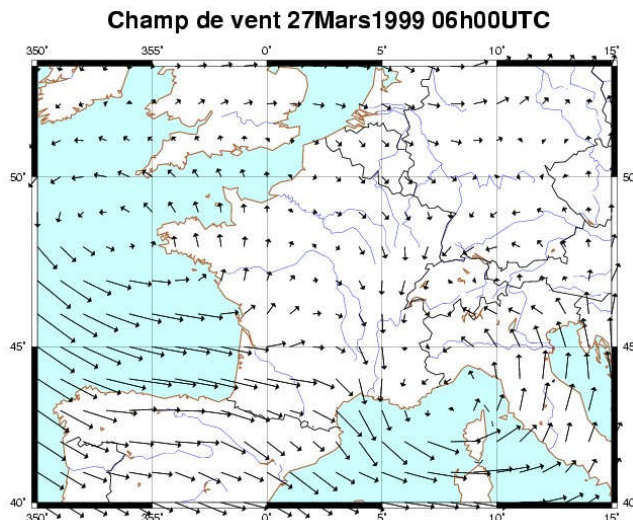


I. Représentation d'un champ vectoriel

I.1) Champ vectoriel

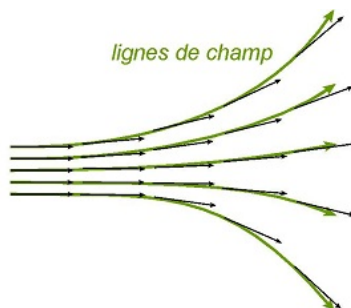
Un champ vectoriel est une grandeur vectorielle définie en tout point de l'espace, et dont la direction et la norme dépend du point.

Pour représenter un champ vectoriel, on peut représenter le vecteur en différents points : on obtient une **carte de champ**, comme par exemple sur cette carte des vents représentant la vitesse de l'air :



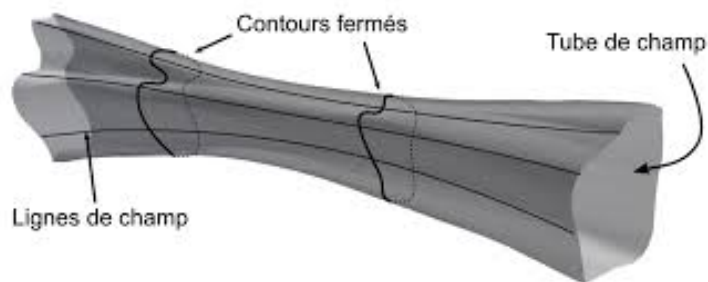
I.2) Lignes de champ

Une autre représentation de la carte de champ consiste à tracer des lignes qui suivent le champ, nommées lignes de champ. Elles sont telles qu'en chaque point de la ligne, le champ vectoriel est **tangent** à la ligne.



I.3) Tube de champ

Les lignes de champ d'un champ vectoriel ne peuvent se croiser (à moins que le champ soit indéfini ou nul en ce point), sinon le champ aurait deux directions simultanément. Par conséquent, les lignes de champ qui s'appuient sur un contour fermé sont contiguës et forment une surface tubulaire nommée **tube de champ**.



II. Flux d'un champ vectoriel

II.1) Définition

Le flux ϕ_S d'un champ vectoriel \vec{v} sur une surface S orientée est défini mathématiquement par une intégrale sur la surface :

$$\phi_S = \iint_S \vec{v} \cdot d\vec{S} \quad \text{où } d\vec{S} = dS \vec{n}$$

avec \vec{n} le vecteur unitaire normal à la surface dans le sens choisi et dS l'aire d'une portion infinitésimale de la surface.



Dans le cas plus simple (à droite) où la surface est plane et le champ est homogène sur la surface, le flux devient :

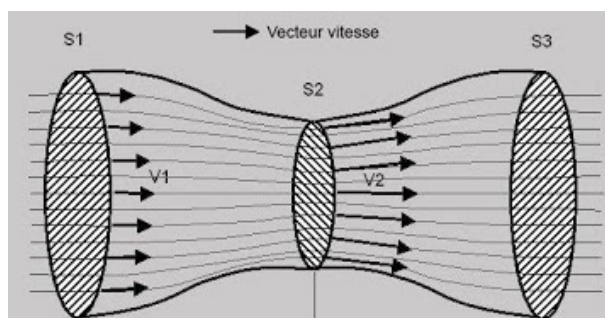
$$\phi_S = \vec{v} \cdot \vec{S} \quad \text{où } \vec{S} = S \vec{n}$$

Le flux représente en général le débit d'une grandeur à travers la surface. Par exemple le flux du champ de vitesse d'un fluide est égal au débit volumique du fluide.

II.2) Flux conservatif

Un champ est dit à flux conservatif si le flux se conserve pour toutes les sections d'un tube de champ, orientées dans le même sens. Si le tube se rétrécit, donc si les lignes de champ se rapprochent, cela signifie que l'intensité du champ augmente. Bref, le champ est **plus intense là où les lignes de champ sont serrées**. Si les lignes de champ sont **parallèles** alors le champ est **uniforme**. On a ainsi accès à une information sur la norme du champ, en plus de sa direction.

Exemple : dans ce champ de vitesse conservatif, le flux vaut $v_1 S_1 = v_2 S_2$. $S_2 < S_1$ donc $v_2 > v_1$.



Selon une définition équivalente, un champ à flux conservatif a un flux nul à travers toute surface fermée : toute ligne de champ qui entre doit sortir. Cela exclut donc des champs qui convergent ou divergent d'un point, correspondant à des sources ponctuelles :

- le champ électrique est créé par de telles sources : il n'est à flux conservatif qu'en dehors des sources ;
- en revanche, il n'existe pas de sources ponctuelles magnétiques : le champ magnétique est à flux conservatif dans l'espace complet.